

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-338665

[ST.10/C]:

[JP2002-338665]

出 願 人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

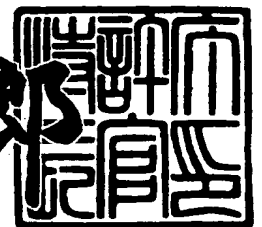
株式会社デンソー

株式会社トヨタマックス

2003年 6月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3046407

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F485

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 藤田 信雄

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 堀尾 公秀

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 松本 只一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 吉田 尚弘

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 栗田 健志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 坂口 信也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町2番地 株式会社トヨタマックス内

【氏名】 森 裕晃

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【特許出願人】

【識別番号】 594026192

【氏名又は名称】 株式会社トヨタマックス

【代理人】

【識別番号】 110000028

【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

【代表者】 下出 隆史

【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105457

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池システムであって、
燃料電池と、
発電に用いられるガスを、該燃料電池に給排するガス給排部と、
前記燃料電池システムの起動時に、該ガス給排部を含む所定の部位の凍結を判定する凍結判定手段と、

前記ガス給排部の少なくとも一部について、前記凍結判定手段により凍結が検出された場合には、前記燃料電池システムの起動を禁止するシステム起動禁止手段とを備える燃料電池システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
該燃料電池システムの、少なくとも一部の部位で温度を測定する温度測定手段を備えており、

前記凍結判定手段は、前記温度測定手段により測定された温度が所定値以下の場合に、凍結と判定する燃料電池システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
前記ガス給排部の圧力を測定する圧力測定手段を備えており、
前記凍結判定手段は、前記圧力測定手段により測定された圧力に基づき、凍結を判定する燃料電池システム。

【請求項 4】 前記凍結判定手段は、前記圧力測定手段により測定された圧力が、所定の範囲外の場合に凍結していると判定する請求項 3 記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 請求項 3 記載の燃料電池システムであって、
前記ガス給排部に設置され、前記給排の量を調節する調節機構を備え、
前記凍結判定手段は、前記調節機構の作動時に、前記圧力測定手段により測定される圧力変動に基づき、凍結を判定する燃料電池システム。

【請求項 6】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
該燃料電池システムに設置され、前記ガス給排部のガス給排を行うための電動

部品を備えており、

前記凍結判定手段は、前記各電動部品に供給される電力に基づき、凍結を判定する燃料電池システム。

【請求項 7】 請求項 6 記載の燃料電池システムであって、
電動部品の駆動を制御する駆動制御部を備え、

前記凍結判定手段は、前記供給された電力により、前記電動部品の駆動指令値と、駆動時の実測値との比較に基づいて、凍結を判定する燃料電池システム。

【請求項 8】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
前記システム起動禁止手段は、前記凍結判定手段により凍結と判定された前記燃料電池システムの部位が、前記ガス給排部を除く所定の部位のみである場合には、該システムの起動を許可し、

前記起動により発電された電力および熱の少なくとも一方を利用して、前記凍結部位の解凍を行う解凍手段を備える燃料電池システム。

【請求項 9】 請求項 1 記載の燃料電池システムであって、
更に、
前記凍結判定手段により行われる凍結判定処理に関する情報をユーザに通知する通知手段を備える燃料電池システム。

【請求項 10】 燃料電池システムの発電に用いられるガスを、該燃料電池に給排するガス給排部を備える燃料電池システムの起動制御方法であって、

前記燃料電池システムの起動時に、該ガス給排部を含む所定の部位の凍結を判定する凍結判定工程と、

前記ガス給排部の少なくとも一部について、凍結が検出された場合には、前記燃料電池システムの起動を禁止するシステム起動禁止工程とを備える燃料電池システムの起動制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素と酸素の電気化学反応によって、発電する燃料電池システムの起動制御に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、水素と酸素の電気化学反応によって発電する燃料電池がエネルギーとして注目されている。燃料電池からは、電気化学反応によって水が生成される。生成された水は、燃料電池システム内部の冷却に使用されたり、排水管から外部へ排出されていた。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 2 7 3 7 0 5 号公報

【特許文献 2】

特開平 2 0 0 1 - 3 5 1 6 5 2 号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

このような燃料電池システムが、外気温が氷点下以下というような低温下におかれ、一定時間運転を停止されると、システム内のバルブ、ポンプ、配管などに滞留した水が凍結し、運転不能となったり、寿命を縮めたりする恐れがある。

【 0 0 0 5 】

本発明は係る課題に鑑みてなされたものであり、燃料電池システムが凍結することにより発生しうる弊害を回避することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上述した課題の少なくとも一つを解決するために、本発明の燃料電池システムにおいて、以下に示す構成を設ける。すなわち、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、発電に用いられるガスを、該燃料電池に給排するガス給排部と、前記燃料電池システムの起動時に、該ガス給排部を含む所定の部位の凍結を判定する凍結判定手段と、前記ガス給排部の少なくとも一部について、前記凍結判定手段により凍結が検出された場合には、前記燃料電池システムの起動を禁止するシステム起動禁止手段とを備えることを要旨とする。ガス給排部とは、水素などの燃料ガスが通過する配管、燃料ガスの通過量を調節するバルブ、燃料ガス加圧用

のポンプなどが挙げられる。

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、燃料電池システムの起動前に、ガス給排にかかる部位の凍結を検出し、システムを起動禁止とすることができるため、凍結時に燃料電池を無理に発電させることによる劣化を防止するとともに、システム異常の発生を回避することができる。

【 0 0 0 8 】

本発明の燃料電池システムは、例えば、温度センサなどの温度測定手段を備えており、測定された温度が所定値以下の場合には、システム内部に凍結している部位が存在すると判定してもよい。こうすれば、簡易に凍結を検出することができるため、好適である。温度測定手段は、例えば、外気温、燃料ガス、冷却水など、燃料電池システムの凍結可能性を判断することができる温度を計測することとすれば、好適である。また、温度が所定値以上の場合には、凍結判定処理を行わないものとしてもよい。こうすれば、燃料電池システムの起動の遅延を防止することができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の燃料電池システムは、例えば、圧力センサなどの圧力測定手段を備えており、測定された圧力に基づいて凍結を検出することとしても良い。例えば、ガスの給排量を調節するバルブを開いた場合に、所定時間経過後に測定された圧力値が所定値以下である場合に、かかるバルブを含むガス給排の経路上のバルブが、少なくとも一つは凍結していると判定することとしてもよい。また、バルブの開閉時に測定される圧力変動が所定値以下である場合に、かかるバルブが凍結していると判定することとしてもよい。また、圧力変動の割合から、凍結、半凍結を区別することも可能である。半凍結とは、完全に凍結していないため、バルブは動作するが、正常には動作しない状態を表す。こうすることにより、操作するバルブと、圧力センサの設置位置に基づき、燃料電池システム内の詳細な凍結部位および凍結状態を検出することができるため、好適である。

【 0 0 1 0 】

本発明の燃料電池システムにおいて、ガス給排を行うため、例えば、加圧ポン

プ等の電動部品を備えており、電動部品に供給される電力に基づいて、システムの凍結を判定することとしても良い。例えば、電動部品を駆動する駆動制御部を備えており、供給された電力により、電動部品が駆動すべき駆動指令値と、駆動時の実測値との間に、所定の偏差がある場合に、かかる電動部品が凍結していると判定することとしても良い。こうすることにより、燃料電池システム内の電動部品のいずれかが凍結しているかを判断することができる、また、偏差に基づいて、凍結の程度を検出することとしてもよい。

【0011】

また、本発明の燃料電池システムにおいて、ガス給排に関わる部位以外の部位が凍結している場合には、燃料電池システムの起動を行い、発電による電力および熱の少なくとも一方を利用して、凍結している部位の解凍を行うこととしてもよい。かかる場合には、燃料電池システムの劣化防止の観点から、凍結部位の解凍終了まで、他の種々の機能の動作を禁止し、解凍終了後に、許可することとすることが好ましい。こうすることにより、燃料電池の起動遅延を回避することが可能となる。この方法での解凍時間に上限を設けてもよい。

【0012】

本発明において、上述した種々の特徴は、適宜、組み合わせたり、一部を省略して適用することができる。本発明は上述の燃料電池システムとしての構成に限らず、燃料電池システムの起動を制御する制御装置、制御方法など種々の態様で構成することができる。いずれの態様においても、上述した種々の各特徴を適宜、適用可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、以下の項目に分けて説明する。

- A. 装置構成：
- B. 制御ユニット：
- C. 凍結判定処理：
- D. 凍結時処理：
- E. 変形例：

【0014】

A. 装置構成：

図1は、実施例としての燃料電池システムの全体構成を示す説明図である。実施例の燃料電池システムは、モータで駆動する電気車両に、電源として搭載されている。運転者がアクセルを操作すると発電が行われ、その電力によって車両は走行することができる。実施例の燃料電池システムは、車載である必要はなく、据え置き型など種々の構成をとることが可能である。

【0015】

燃料電池スタック10は、水素と酸素の電気化学反応によって発電するセルの積層体である。各セルは、電解質膜を挟んで水素極（以下、アノードと称する）と酸素極（以下、カソードと称する）とを配置した構成となっている。本実施例では、ナフィオン（登録商標）などの固体高分子膜を電解質膜として利用する固体高分子型のセルを用いるものとしたが、これに限らず、種々のタイプを利用可能である。

【0016】

燃料電池スタック10のカソードには、酸素を含有したガスとして圧縮空気が供給される。空気は、フィルタ40から吸入され、コンプレッサ41で圧縮された後、加湿器42で加湿され、配管35から燃料電池スタック10に供給される。配管35には、吸気温を検出するための温度センサ102が設けられている。カソードからの排気（以下、カソードオフガスと称する）は、配管36、マフラ43を通じて外部に排出される。空気の供給圧は、配管36に設けられた圧力センサ53で検出され、調圧バルブ27の開度によって制御される。

【0017】

燃料電池スタック10のアノードには、配管32を介して水素タンク20に貯蔵された高圧水素から水素が供給される。水素タンク20に代えて、アルコール、炭化水素、アルデヒドなどを原料とする改質反応によって水素を生成し、アノードに供給するものとしてもよい。

【0018】

水素タンク20に高圧で貯蔵された水素は、その出口に設けられたシャットバ

ルブ 2 1、レギュレータ 2 2、高圧バルブ 2 3、低圧バルブ 2 4 によって圧力および供給量が調整されて、アノードに供給される。アノードからの排気（以下、アノードオフガスと称する）は、配管 3 3 に流出する。アノードの出口には、圧力センサ 5 1 およびバルブ 2 5 が設けられており、アノードへの供給圧力および量の制御に利用される。

【 0 0 1 9 】

配管 3 3 は、途中で二つに分岐しており、一方はアノードオフガスを外部に排出するための排出管 3 4 に接続され、他方は、逆止弁 2 8 を介して配管 3 2 に接続される。燃料電池スタック 1 0 での発電によって水素が消費される結果、アノードオフガスの圧力は比較的低い状態となっているため、配管 3 3 には、アノードオフガスを加圧するための水素ポンプ 4 5 と、水素ポンプ 4 5 の出口近傍の圧力を測定するための圧力センサ 5 4 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

排出管 3 4 に設けられた排出バルブ 2 6 が閉じられている間は、アノードオフガスは、配管 3 2 を介して再び燃料電池スタック 1 0 に循環される。アノードオフガスには、発電で消費されなかった水素が残留しているため、このように循環させることにより、水素を有効活用することができる。

【 0 0 2 1 】

アノードオフガスの循環中、水素は発電に使用される一方、水素以外の不純物、例えば、カソードからの電解質膜を透過してきた窒素などは消費されずに残留するため、不純物の濃度が徐々に増大する。この状態で、排出バルブ 2 6 が開かれると、アノードオフガスは、排出管 3 4 を通り、希釈機 4 4 で空気によって希釈された後、外部に排出され不純物の循環量が低減する。但し、この際、水素も同時に排出されるため、排出バルブ 2 6 の開き量は、極力抑えることが燃費向上の観点から好ましい。排出バルブ 2 6 の近傍には、排出バルブ 2 6 が凍結した場合に、解凍を行うためのヒータ 4 7 が備えられている。ヒータ 4 7 は、燃料電池スタック 1 0 により発電された電力や、発電により発生する熱を使用して解凍を行う。

【 0 0 2 2 】

燃料電池スタック 1 0 には、水素および酸素の他、冷却水も供給される。冷却水は、ポンプ 4 6 によって、冷却用の配管 3 7 を流れ、ラジエータ 3 8 で冷却されて燃料電池スタック 1 0 に供給される。燃料電池スタック 1 0 からの出口には、冷却水の温度を検出するための温度センサ 1 0 3 が設けられている。

【 0 0 2 3 】

B. 制御ユニット：

図 2 は、燃料電池システムの運転を制御する制御ユニット 1 0 0 を示す説明図である。制御ユニット 1 0 0 は、内部に CPU、RAM、ROM を備えるマイクロコンピュータとして構成されており、ROM に記憶されたプログラムに従って、システムの運転を制御する。図中に、この制御を実現するために制御ユニット 1 0 0 に入出力される信号の一例を実線で示した。入力としては、例えば、温度センサ 1 0 2、圧力センサ 5 1、圧力センサ 5 3、圧力センサ 5 4、アクセル開度センサ 1 0 1 の制御信号が挙げられる。アクセル開度センサ 1 0 1 によって検出された操作量に応じて発電が行われ、その電力によって車両は走行することができる。出力としては、例えば、シャットバルブ 2 1、排出バルブ 2 6、コンプレッサ 4 1、水素ポンプ 4 5、ヒータ 4 7、ディスプレイ 6 0 が挙げられる。ディスプレイ 6 0 には、凍結時処理の際、燃料電池システムの起動禁止や、解凍処理中である等、ユーザへの通知情報が表示される。

【 0 0 2 4 】

C. 凍結判定処理：

図 3 は、凍結判定処理のフローチャートである。運転者が燃料電池システムの起動操作に応じて、制御ユニット 1 0 0 が実行する処理である。

【 0 0 2 5 】

この処理が開始されると、制御ユニット 1 0 0 は、シャットバルブ 2 1、レギュレータ 2 2、高圧バルブ 2 3、低圧バルブ 2 4 を開き、水素タンク 2 0 から配管 3 2 を介して燃料電池スタック 1 0 へ水素を送出する（ステップ S 1 0）。次に、温度センサ 1 0 2 から外気温を読み込む（ステップ S 1 1）。

【 0 0 2 6 】

温度センサ 1 0 2 において測定された外気温が、所定値以上である場合（ステ

ップ S 1 2)、燃料電池システム内に凍結部分は存在しないと判断し、通常のシステム起動処理を行う(ステップ S 1 6)。また、温度センサ 1 0 2 が測定する外気温の履歴を参照して、凍結の判断を行うこととしてもよい。所定値とは、少なくとも、水の凝固点よりは高く、かつ、凍結可能性のある温度であるものとする。

【 0 0 2 7 】

外気温が、所定値以上でない場合(ステップ S 1 2)、燃料電池システム内の部品が凍結している可能性が高いと判断し、凍結判定処理を行う(ステップ S 1 3)。本実施例では、5つの部品を操作し、各部品の操作後に測定される所定のパラメータの測定値に基づき、6項目の条件から凍結を判定することとした。

【 0 0 2 8 】

図中のステップ S 1 3 内に示す一覧表に沿って説明を行う。制御ユニット 1 0 0 は、条件番号 1 に示すように、シャットバルブ 2 1 を開いた状態で、所定時間経過後、圧力センサ 5 1 により圧力を測定する。凍結していない場合には、水素ガスが供給され圧力が上昇する。従って、制御ユニット 1 0 0 は、測定された圧力値が上昇せず、所定値以下の場合、凍結していると判定する。かかる場合に凍結している可能性のある部品としては、例えば、シャットバルブ 2 1、レギュレータ 2 2、高圧バルブ 2 3、低圧バルブ 2 4 などが挙げられる。

【 0 0 2 9 】

次に、制御ユニット 1 0 0 は、条件番号 2 に示すように、排出バルブ 2 6 を開き、排出管 3 4 を介して希釈機 4 4 を通過させアノードオフガスを外部へ排出し、排出バルブ 2 6 近辺の圧力を低下させる処理を行う。そして、圧力センサ 5 4 により、排出バルブ 2 6 を開いてから、所定時間経過後の圧力値を測定する。測定された圧力値が、所定値以上である場合凍結していると判定する。かかる場合に凍結している可能性のある部品としては、例えば、排出バルブ 2 6、排出管 3 4 などが挙げられる。

【 0 0 3 0 】

図 4 に、排出バルブを開く前後の圧力変動と、凍結状態の関係を表すグラフを示す。図 4 (a) は、正常時(非凍結時)の圧力変動を表すグラフであり、図 4

(b) は、半凍結時の圧力変動を表すグラフであり、図 4 (c) は、凍結時の圧力変動を表すグラフである。各グラフにおいて、矢印は、時刻 t_1 で排出バルブ 26 を開け、所定時間 Δt 経過後までに、圧力センサ 54 において測定された圧力変動を示している。縦軸が圧力値であり、横軸が経過時間である。

【0031】

図 4 (a) に示すように、正常時では、圧力値 200 は排出バルブ 26 が開かれるとともに下がり始め、A であった圧力値が C まで低下し安定する。これは、排出バルブ 26 が開かれ、アノードオフガスが排出管 34 を介して外部へ排出されたためである。また、図 4 (b) に示すように、半凍結時では、圧力値 201 は排出バルブ 26 が開かれると共に下がり始めるが、A であった圧力は、C まで低下せず、B で安定する。これは、排出バルブ 26 が半凍結であるため、途中までしか排出バルブ 26 を開くことができず、外部へ排出されるアノードオフガスの量が正常時に比べて少ないからである。また、図 4 (c) に示すように、凍結時では、圧力値 202 は A から変動しない。これは、制御ユニット 100 が、排出バルブ 26 を開くよう制御信号を送出しても、排出バルブ 26 は凍結しているため開かず、アノードオフガスが外部へ排出されないからである。このように、排出バルブ 26 を開き、所定時間経過後の圧力値により、凍結を判定することができる。

【0032】

図 3 のステップ S13 に戻り説明を続ける。制御ユニット 100 は、条件番号 3 に示すように、排出バルブ 26 を閉じ、アノードオフガスの外部への排出を止め、圧力を上昇させる処理を実行する。そして、圧力センサ 54 により、排出バルブ 26 を閉じてから、所定時間経過後の圧力値を測定する。測定された圧力値が、所定値以下である場合、排出バルブ 26 が閉じていないことが原因と判断し、凍結していると判定する。かかる場合に凍結している可能性のある部品としては、例えば、排出バルブ 26 が挙げられる。

【0033】

図 5 に、排出バルブを閉じる前後の圧力変動と、凍結状態の関係を表すグラフを示す。図 5 (a) は、正常時（非凍結時）の圧力変動を表すグラフであり、図

5 (b) は、半凍結時の圧力変動を表すグラフであり、図 5 (c) は、凍結時の圧力変動を表すグラフである。各グラフにおいて、矢印は、時刻 t_2 で排出バルブ 26 を閉じ、所定時間 Δt 経過後までに、圧力センサ 54 において測定された圧力変動を示している。縦軸が圧力値であり、横軸が経過時間である。本実施例では、条件番号 2 の処理結果が正常時の場合のみ、その処理の後に条件番号 3 の処理を実行することとする。

【0034】

図 5 (a) に示すように、正常時では、圧力値 210 は排出バルブ 26 が閉じられるとともに上がり始め、C であった圧力値が A まで上昇し安定する。これは、排出バルブ 26 が閉じられ、アノードオフガスが外部へ排出されなくなるためである。また、図 5 (b) に示すように、半凍結時では、圧力値 211 は排出バルブ 26 が閉じられると共に上がりはじめるが、C であった圧力は、A まで上昇せず、D で上昇が止まり安定する。ここでいう半凍結とは、正常時と同様に開けることができたものの、氷の固着等により、途中までしか閉じることができなくなった状態をいう。そのため、アノードオフガスが外部へ排出されてしまい、正常時に比べて圧力上昇量が少ないのである。また、図 5 (c) に示すように、凍結時では、圧力値 212 は C からわずかに上昇し E となるが、ほぼ C と変わらない。これは、図 5 (b) において説明した半凍結時と同様に、排出バルブ 26 の開閉部に氷が固着してしまい、制御ユニット 100 が、排出バルブ 26 を閉じるよう制御信号を送出しても、排出バルブ 26 は閉じることができないため、アノードオフガスが外部へ排出されてしまい圧力がほとんど上昇しないからである。このように、排出バルブ 26 を閉じ、所定時間経過後の圧力値により、凍結を判定することができる。

【0035】

図 3 のステップ S13 へ戻り説明を続ける。制御ユニット 100 は、条件番号 4 に示すように、水素ポンプ 45 を起動しアノードオフガスを加圧する処理を行う。そして、制御ユニット 100 は、水素ポンプ 45 へ送出した回転指令値と、実際に測定された回転数との間に所定の偏差がある場合には凍結していると判定する。かかる場合に凍結している可能性のある部品は、例えば、水素ポンプ 45

が挙げられる。図 6 に水素ポンプ 4 5 の回転数と凍結の関係を表すグラフを示す。

【0036】

図 6 は、制御ユニット 1 0 0 が水素ポンプ 4 5 の起動指示を行ってから、時間 t_3 経過後までの回転数の変化を表すグラフである。縦軸が回転数、横軸が経過時間を示している。図中の回転指令値 3 0 0 は、制御ユニット 1 0 0 が水素ポンプ 4 5 へ送出する指令数を示しており、実測値 3 0 1 は、水素ポンプ 4 5 の実際の回転数を示している。図示するように、制御ユニット 1 0 0 は、時間 t_3 経過後には、回転数が A となるよう回転指令値 3 0 0 を送出しているにも関わらず、凍結時には、実測値 3 0 1 に示すように、時間 t_3 経過後の実際の回転数が B である。これは、水素ポンプ 4 5 が凍結しており、付着した氷が回転を阻害しているからである。従って、 ΔR に基づいて、凍結を判定することができる。

【0037】

図 3 のステップ S 1 3 へ戻り説明を続ける。条件番号 5 では、操作対象は、条件番号 4 と同様に水素ポンプであるが、条件番号 4 の場合とは、別の判定条件により凍結を判定する。すなわち、制御ユニット 1 0 0 は、水素ポンプ 4 5 を起動しアノードオフガスを加圧する処理を行い、加圧後の水素ポンプ 4 5 の入口圧と出口圧とに基づき凍結を判定する。制御ユニット 1 0 0 は、圧力センサ 5 1 により水素ポンプ 4 5 の入口圧を測定すると共に、圧力センサ 5 4 により水素ポンプ 4 5 の出口圧を測定する。測定された入口圧と出口圧とに所定値以上の差がある場合に、凍結していると判定する。かかる場合に、凍結している可能性のある部品は、例えば、逆止弁 2 8 が挙げられる。これは、正常時（非凍結時）には、水素ポンプ 4 5 により加圧されたアノードオフガスは、逆止弁 2 8 により、配管 3 2 へ流れるよう調節されるが、逆止弁 2 8 が凍結している場合には、アノードオフガスが、配管 3 2 へ流れないため、水素ポンプ 4 5 の出口圧が高くなるからである。

【0038】

次に、条件番号 6 に示すように、コンプレッサ 4 1 を起動し、燃料電池スタック 1 0 へ圧縮空気を送出し、圧力センサ 5 3 を制御して、空気の供給圧を測定す

る。測定された圧力が所定値以上の場合、凍結していると判定する。かかる場合に凍結している可能性のある部品としては、例えば、調圧バルブ 2 7 が挙げられる。調圧バルブ 2 7 は、配管 3 6 を通過する空気の供給圧を適切な値になるよう調節する機能を奏している。圧力センサ 5 3 において測定される圧力値が所定値以上であるということは、調圧バルブ 2 7 が凍結しており、供給圧の調節が適切に行われていないからである。

【 0 0 3 9 】

以上説明した種々の凍結判定処理を行い、燃料電池システム内の部品に凍結が検出されなかった場合（ステップ S 1 4）、通常のシステム起動処理を行う（ステップ S 1 6）。凍結が検出された場合（ステップ S 1 4）、凍結時処理を行う（ステップ S 1 5）。凍結時処理に関しては、後述する。

【 0 0 4 0 】

D. 凍結時処理：

図 7 は、燃料電池システムの凍結時処理のフローチャートである。図 3 のステップ S 1 5 で行われる処理であり、制御ユニット 1 0 0 が行う処理である。図 3 のステップ S 1 4 において、燃料電池システム内のいずれかの部品が凍結していると判定された場合、凍結している部品が排出バルブ 2 6 のみであるか否かを判定する（ステップ S 2 0）。

【 0 0 4 1 】

排出バルブ 2 6 のみが凍結している場合、水素の循環系に、窒素などの不純物濃度が高くなるまでは燃料電池スタック 1 0 への空気および水素の供給には影響がないため、燃料電池システムの起動を行い（ステップ S 2 3）、発電された電力を使用してヒータ 4 7 を起動し（ステップ S 2 4）、排出バルブ 2 6 の解凍を行う。解凍処理には、燃料電池システムの発電により発生する熱を併せて使用することとしてもよい。制御ユニット 1 0 0 は、図示するように、解凍処理中であることを、ディスプレイ 6 0 を介してユーザに通知する（ステップ S 2 5）。

【 0 0 4 2 】

排出バルブ 2 6 以外の部品が凍結している場合には、図 3 のステップ S 1 0 で開いたシャットバルブ 2 1 を閉じて水素の供給を止め（ステップ S 2 1）、図示

するように、システムが起動禁止であることを、ディスプレイ 60 を介してユーザへ通知し（ステップ S 2 2）、システムを起動禁止とする。これは、排出バルブ 2 6 以外の部品が凍結している場合、燃料電池スタック 1 0 への空気および水素の供給に影響があるため、そのままシステムを起動した場合、システム劣化の恐れが高いことから、システムを起動禁止とすることが好ましいためである。

【 0 0 4 3 】

以上で説明した実施例の燃料電池システムによれば、起動する前に、システム内部の部品に凍結している部分が存在することを確認でき、凍結している部品によって、燃料電池システムの起動を制御することにより、システムの劣化を回避することができる。また、凍結判定の前提として、温度を測定し、凍結の恐れがない温度である場合には、凍結判断を行わずにシステムを起動することにより、システムの起動遅延を回避することができる。更には、凍結時処理に関する情報を、ディスプレイを介してユーザに通知することにより、ユーザは、システム故障でないことを認識することができるため、利便性の向上を図ることもできる。

【 0 0 4 4 】

E. 変形例：

本実施例では、シャットバルブ 2 1 や排出バルブ 2 6 などのバルブに関する凍結判定において、各所に設置されている圧力センサによって測定される圧力値に基づき、凍結を判定することとしたが、これに限られない。別の判定条件として、例えば、バルブを開く場合の、ステップ数によって判定することとしてもよい。

図 8 に、凍結と、バルブを開く際のステップ数との関係を示した。ステップ数 4 0 0 は、正常時（非凍結時）のステップ数を示しており、ステップ数 4 0 1 は、凍結時のステップ数を示している。ステップ「5」がバルブの最大開度であるときに、正常時は、ステップ数 4 0 0 に示すように、段階的に 1 ステップずつ開く。これに対して、凍結時は、ステップ数 4 0 1 に示すように、途中でステップ数が上昇しなくなる（本変形例では、ステップ「2」で上昇が止まる）。これは、凍結のために、バルブがそれ以上開かなくなるからである。こうすることによっても、簡易に凍結を検出することができる。

【0045】

本実施例では、排出バルブ26のみ凍結時には、燃料電池システムを起動し、発電により得られた電力および熱を使用して、排出バルブ26を解凍することとしたが、予め設置されたバッテリーを併用して解凍を行うこととしてもよい。

【0046】

本実施例では、図7のステップS20に示すように、凍結している部品が、排出バルブ26のみであるか否かを判断することとしたが、これを行わず、いずれの部品が凍結していても、燃料電池システムの起動を禁止することとしてもよい。かかる場合には、ヒータを燃料電池システムの構成要素からはずすこととしてもよい。

【0047】

本実施例では、凍結時処理中に、ディスプレイを介してユーザへ凍結時処理に関する情報を通知することとしたがこれに限られない。音声によって通知することとしてもよい。

【0048】

本実施例において、図3のステップS13に列挙した凍結判定処理は、記載した順序に限られず、どの順序で行うこととしてもよい。また、記載した全てを行う必要はなく、一部の判定を行うだけとしてもよい。

【0049】

また、燃料電池システムの凍結に関わらず、センシングしているバルブのセンサおよびモータの電力値に異常が発見された場合にも、システムを起動禁止としてもよい。

【0050】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。例えば、上述の制御処理は、ソフトウェアによらずハードウェア的に実現しても構わない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例としての燃料電池システムの構造を示す説明図である。

- 【図 2】 制御ユニットの入出力信号を模式的に表した説明図である。
- 【図 3】 実施例における凍結判定処理を説明するフローチャートである。
- 【図 4】 実施例における凍結時の圧力変動を示す説明図である。
- 【図 5】 実施例における凍結時の圧力変動を示す説明図である。
- 【図 6】 実施例における凍結時のポンプの回転数を示す説明図である。
- 【図 7】 実施例における凍結時処理を説明するフローチャートである。
- 【図 8】 変形例における凍結時のバルブのステップ数を示す説明図である

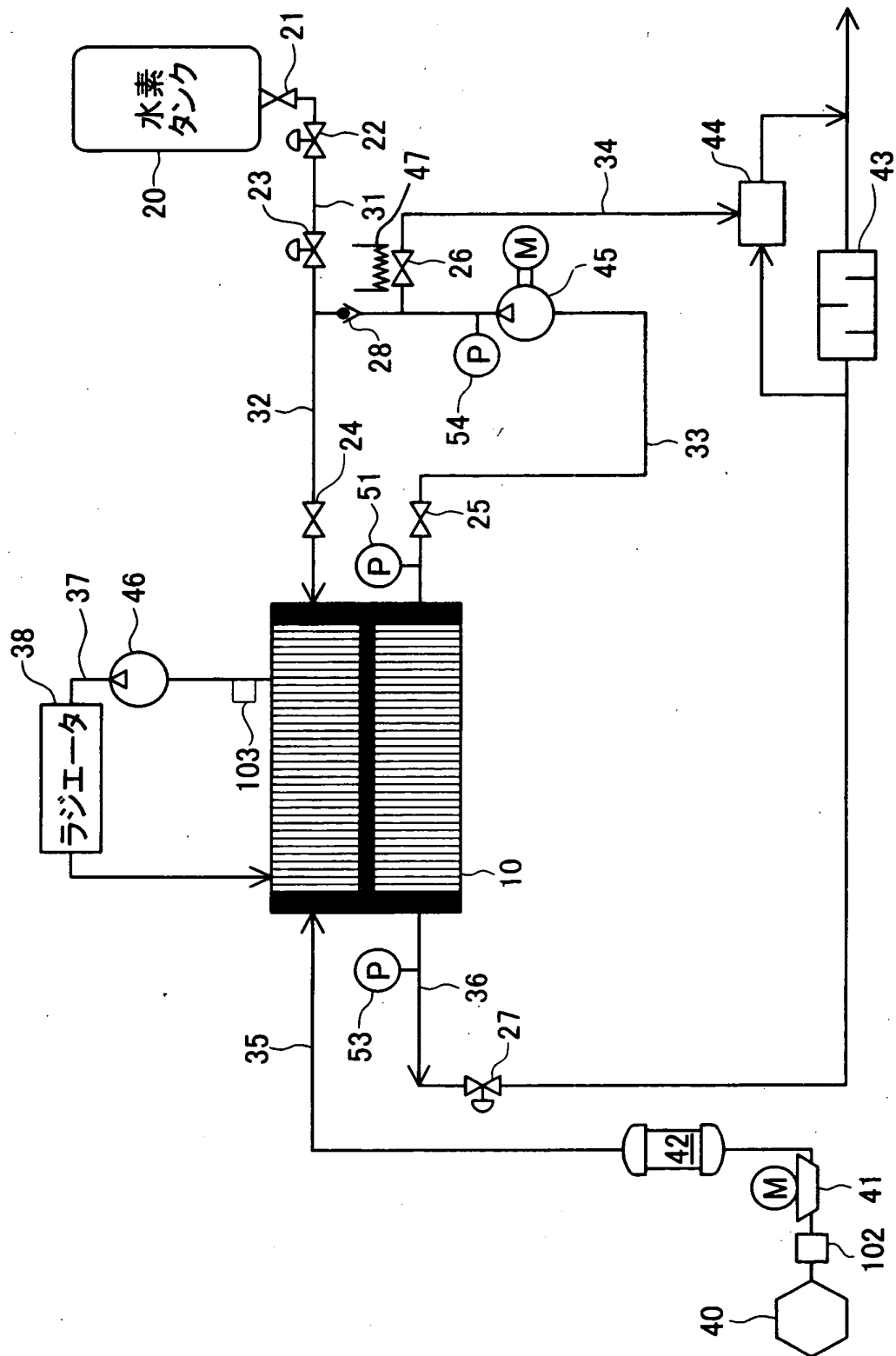
【符号の説明】

- 1 0 …燃料電池スタック
- 2 0 …水素タンク
- 2 1 …シャットバルブ
- 2 2 …レギュレータ
- 2 3 …高圧バルブ
- 2 4 …低圧バルブ
- 2 5 …バルブ
- 2 6 …排出バルブ
- 2 7 …調圧バルブ
- 2 8 …逆止弁
- 3 2、3 3、3 5、3 6、3 7 …配管
- 3 4 …排出管
- 3 8 …ラジエータ
- 4 0 …フィルタ
- 4 1 …コンプレッサ
- 4 2 …加湿器
- 4 3 …マフラ
- 4 4 …希釈機
- 4 5 …水素ポンプ
- 4 6 …ポンプ

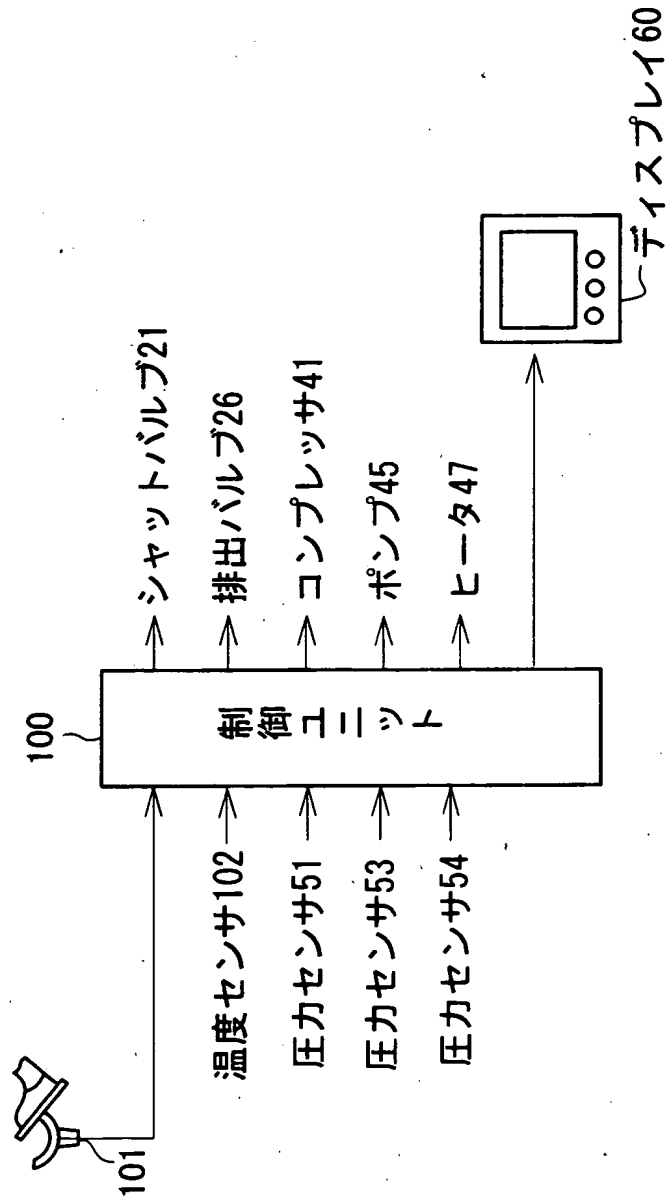
4 7 … ヒー タ
5 1、5 3、5 4 … 圧 力 セ ン サ
6 0 … デ ィ ス プ レ イ
1 0 0 … 制 御 ユ ニ ッ ト
1 0 1 … ア ク セ ル 開 度 セ ン サ
1 0 2 … 温 度 セ ン サ
1 0 3 … 温 度 セ ン サ
2 0 0 … 圧 力 値
2 0 1、2 0 2 … 圧 力 値
3 0 0 … 回 転 指 令 値
3 0 1 … 実 測 値
2 1 0、2 1 1 … 圧 力 値
4 0 0、4 0 1 … ス テ ッ プ 数

【書類名】 図面

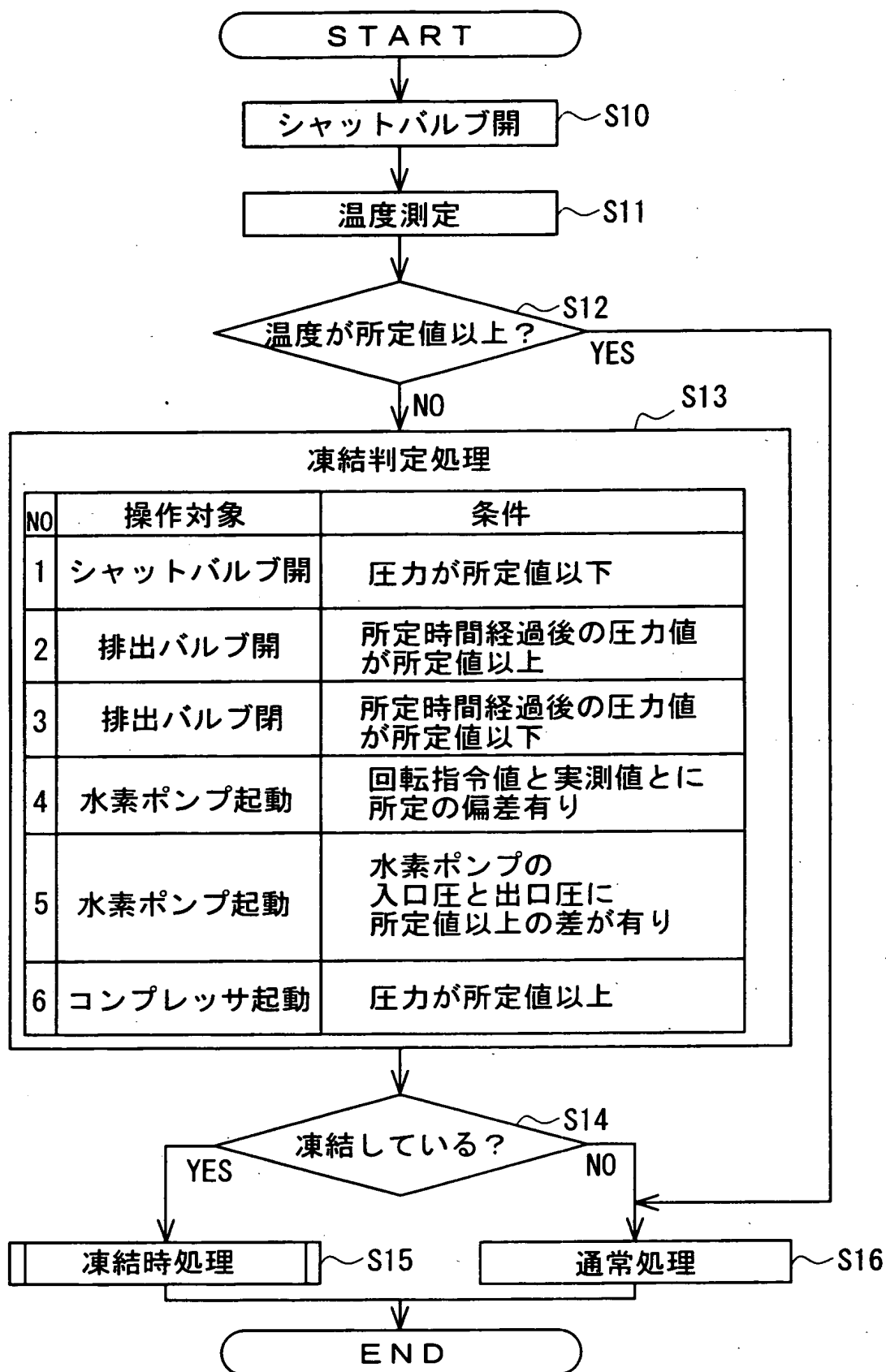
【図 1】



【図2】

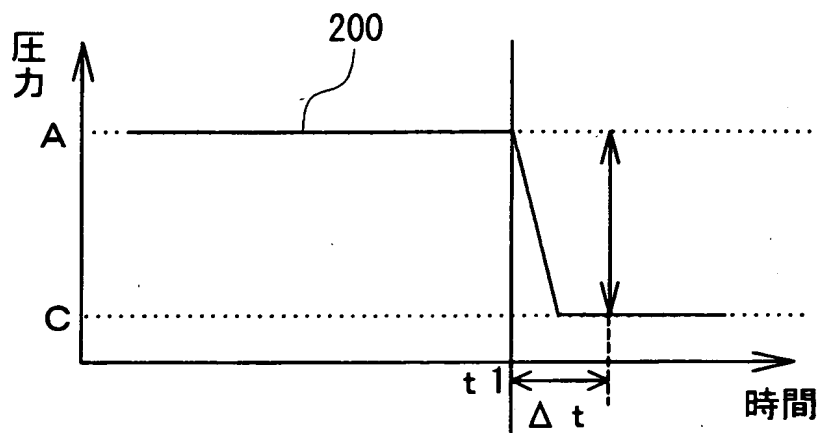


【図 3】

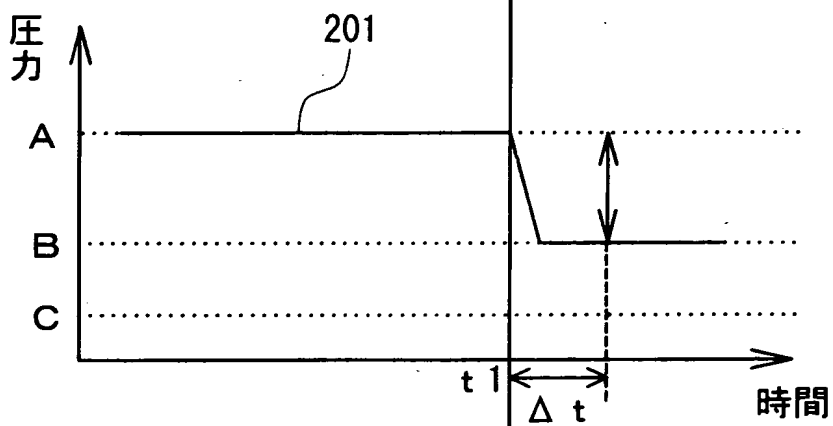


【図 4】

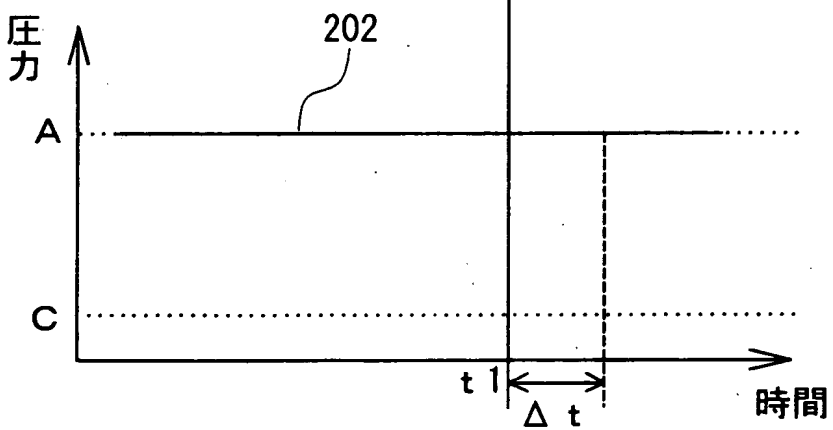
(a) 正常時



(b) 半凍結時

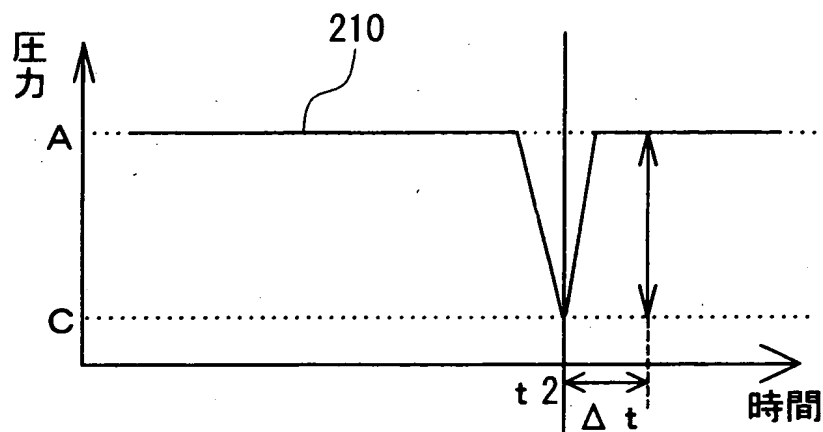


(c) 凍結時

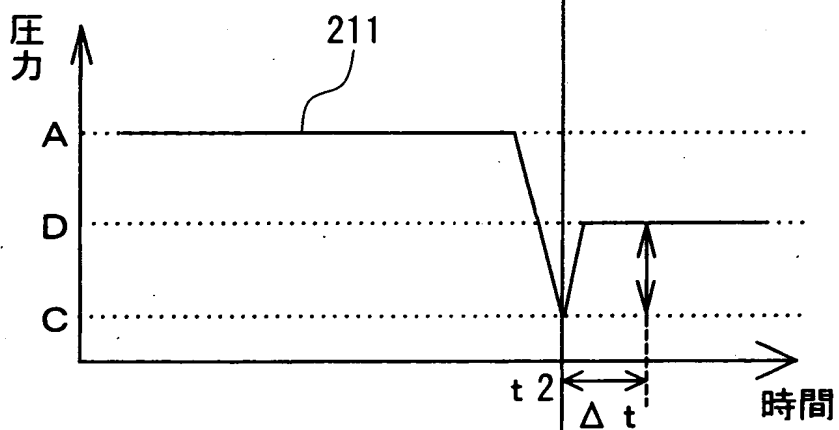


【図 5】

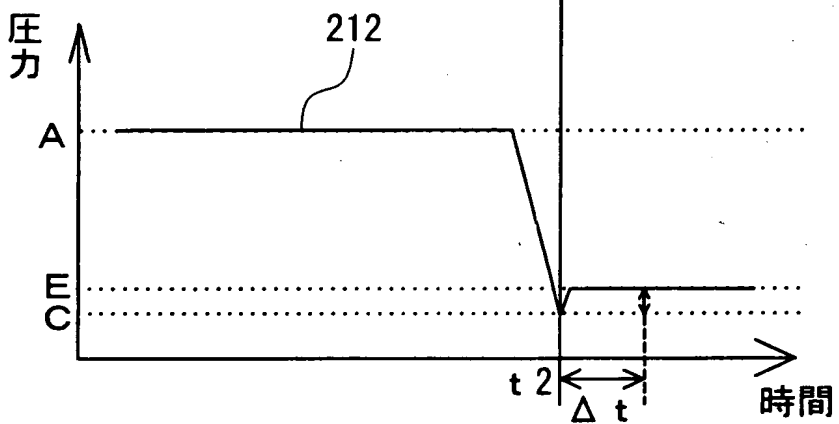
(a) 正常時



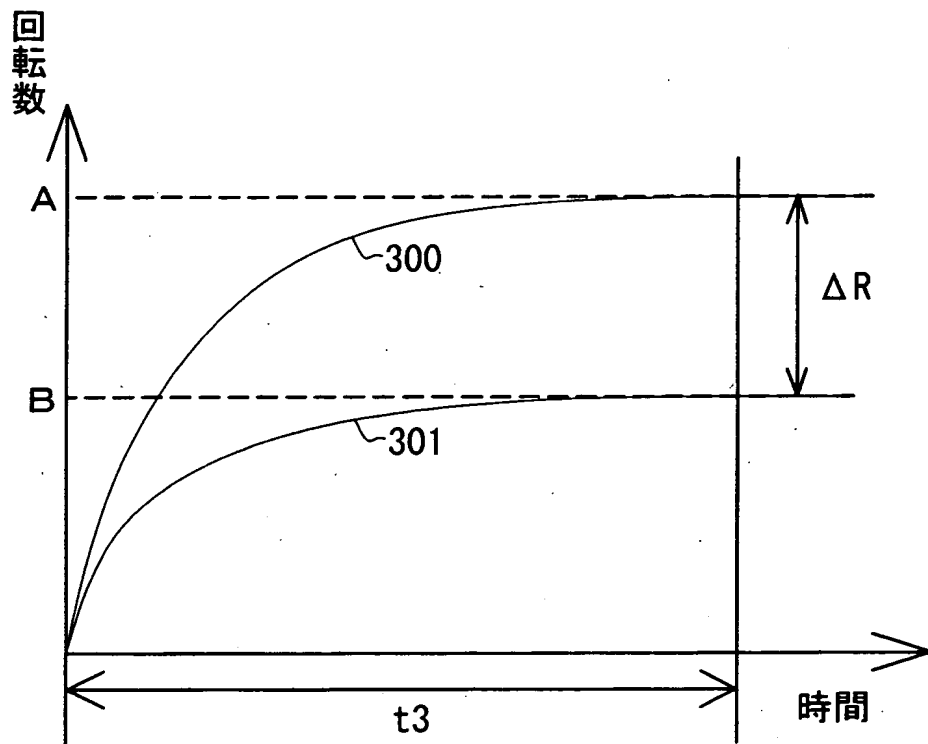
(b) 半凍結時



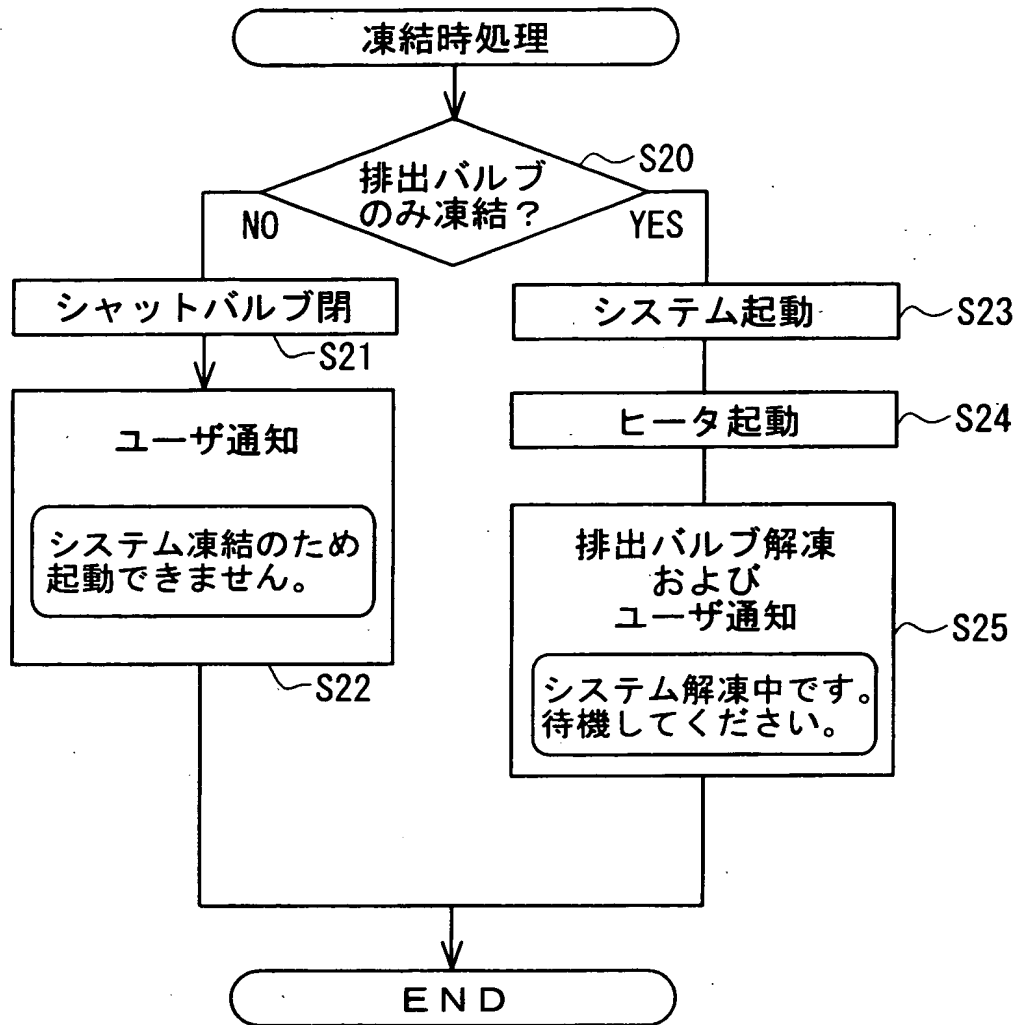
(c) 凍結時



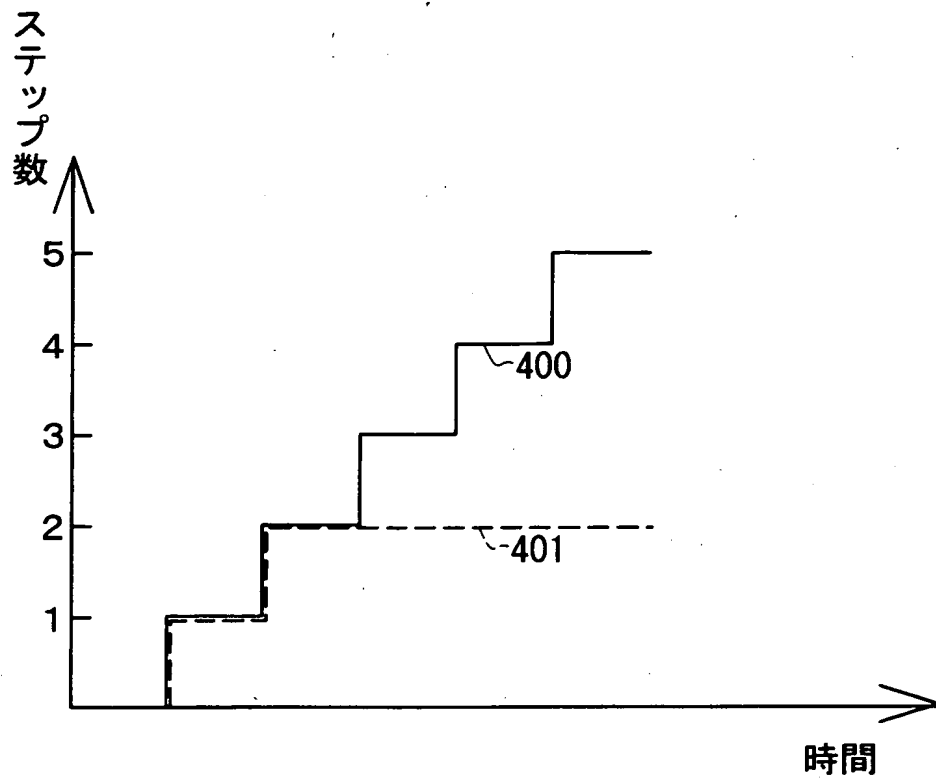
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 凍結時の起動による燃料電池システムの劣化、破損を回避する。

【解決手段】 燃料電池システムの起動操作が行われたら、シャットバルブ 2 1 を開き、温度センサ 1 0 2 により温度を測定する。測定された温度が所定値以下の場合には、圧力センサ 5 4 により圧力値が正常であることを判定する。正常である場合、排出バルブ 2 6 を開き、圧力センサ 5 4 により測定される圧力低下量が正常であることを判定する。次に、排出バルブ 2 6 を閉じ、圧力センサ 5 4 により測定される圧量上昇量が正常であることを判定する。次に、水素ポンプ 4 5 を起動し、回転数が正常であることを判定する。次に、コンプレッサ 4 1 を作動し、圧力センサ 5 3 により測定される圧力値が正常であることを判定する。以上の判定において、一つでも異常があれば、凍結している部品が存在すると判断し、システムの起動を禁止する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名 株式会社デンソー

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [594026192]

1. 変更年月日 1994年 2月 9日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町2番地
氏 名 株式会社トヨタマックス